Aus den Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin.
(Leiter Professor Dr. Adolf Bickel)

Über die biologische Wertung der Eiweiß-Stoffe

am Beispiel des Reis-Eiweißes

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der
Medizinischen Doktorwürde
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin.

Vorgelegt von
Eberhard Flügge
aus Spandau.

10. Dez. 1940

Automatische Druckerei Otto Rauscher, Mogilno / Wartheland.

M 366

Aus den Seminariſtiſchen Übungen für pathologiſche Phyſiologie
an der Univerſität Berlin.
(Leiter Profeſſor Dr. Adolf Bickel)

Über die biologiſche Wertung der Eiweiß-Stoffe

am Beiſpiel des Reis-Eiweißes

Inaugural-Diſſertation

zur Erlangung der
Mediziniſchen Doktorwürde
an der Friedrich-Wilhelms-Univerſität zu Berlin.

Vorgelegt von
Eberhard Flügge
aus Spandau.

Automatiſche Druckerei Otto Rauſcher, Mogilno / Wartheland.

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Bickel
Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548011_0168

Der ernährungsphysiologische Wert eines Eiweißes oder einer bestimmten Eiweißmischung setzt sich, wie A. Bickel[1]) in der Schlußbetrachtung seiner Schrift „Über die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels" aufzeigt, aus einer Reihe einzelner Komponenten zusammen, und es ist heute nicht mehr angängig, den „biologischen Wert" eines Eiweißes schlechthin mit dem Werte zu identificieren, den es für das Körperwachstum und die Regeneration, also allein für den Baustoffwechsel besitzt. Man muß vielmehr bei der Beurteilung dieses Wertes alle Funktionen berücksichtigen, die das Nahrungseiweiß im Gesamtstoffwechsel zu erfüllen hat, nämlich in seinen beiden, randständig verflochtenen Teilen: im Baustoffwechsel und im Betriebsstoffwechsel. Gerade in letzterem sind die dem Nahrungseiweiß gestellten Aufgaben recht mannigfaltige und unter ihnen steht die dauernd den Stoffwechselablauf beherrschende dynamisch-regulatorische Wirkung der zur Resorption gelangenden Eiweißderivate, vor allem der Aminosäuren, im Vordergrunde. Diese Wirkung bezieht sich, wie es A. Bickel in seiner oben genannten Schrift eingehend experimentell begründet hat, vor allem auf die Einregulierung einer bestimmten Oxydationslage. Er legt aber zugleich auch dar, daß daneben noch mannigfache andere Wirkungen in Frage kommen, unter denen er vor allem die Steuerung des Leberglycogengehaltes durch die Nahrungseiweißderivate genauer studiert hat. Sie besagt, daß der Glycogenbestand der Leber von den Derivaten des Nahrungseiweißes aus dem mit der Nahrung zugeführten Baumaterial für Glycogen, vor allem dem Kohlehydrat, einreguliert wird. Und zwar geschieht dies unbeschadet der — normalerweise bei gemischter Kost auch unwesentlichen — Bedeutung des Nahrungseiweißes, gleichfalls Bausteinlieferant für Glycogen sein zu können. Auch für eine einzelne Aminosäure (Tyrosin), die einer eiweißfreien Nahrung zugelegt wird, ist dieser steuernde Einfluß nachgewiesen (Bickel und Haug[2]).

Es wurden als Funktionen des Nahrungseiweißes genannt:

1. Die Materialbelieferung des Körpers für Wachstum und Regeneration im Baustoffwechsel.

2. Die Regulatorenbelieferung des Körpers in Form der Aminosäuren für die Steuerung des Betriebsstoffwechsels, nämlich für die Einregulierung der Oxydationslage an der Seite von Hormonen, Vitaminen und Jonen, und die Einregulierung des Leberglycogengehaltes. Bei diesen Funktionen und wahrscheinlich noch vielen anderen Vorgängen kommt ebensowohl die Eiweißquantität wie auch

die Eiweißqualität zur Geltung. Man kann deshalb für die Erfüllung jeder einzelnen Aufgabe von einer „wertgebundenen Menge" des Nahrungseiweißes sprechen.

Hinsichtlich des Baustoffwechsels ist bekanntlich für die Qualität des Eiweißes der Gehalt an bestimmten Aminosäuren maßgebend, die dem menschlichen Körper infolge seines eigenen Unvermögens, dieselben aufzubauen, mit der Nahrung fertig zugeführt werden müssen und von denen er eines bestimmten Quantums bedarf. Da diese Aminosäuren in dem einen Eiweiß reichlicher, in dem anderen spärlicher vertreten sind, ist demnach die Menge des benötigten Nahrungseiweißes seinem Gehalt an den genannten Aminosäuren annähernd umgekehrt proportional.

Wenn auch Wachstumsversuche an jungen Tieren mit Eiweiß, das uns in der vorliegenden Arbeit besonders beschäftigen soll, nicht vorzuliegen scheinen, so gibt es doch Erfahrungen über die Ergänzung der Abnutzungsquote durch Reiseiweiß beim erwachsenen Menschen. Setzt man den Wert desjenigen Eiweißes, das hinsichtlich seines Aminosäurengehaltes dem Körpereiweiß am nächsten kommt, (Fleisch und Milch), mit 100 an, so steht dem Reiseiweiß der Wert 88 zu. (Aaron und Gralka[3]). Für den Eiweißansatz im Wachstum ist diese Zahl jedoch nicht verwertbar, da hier die Anforderungen wesentlich höhere sind.

Hinsichtlich des Betriebsstoffwechsels ist die regulatorische Wirkung des Reiseiweißes in einigen Arbeiten aus dem Bickel'schen Laboratorium genauer analysiert worden.

Zunächst untersuchte H. Kohler[4]) an zwei Gruppen von je 10 weißen Ratten vergleichsweise zwei Diäten von annähernd gleichem N- und Kalorien-Gehalt, in denen entweder Reis oder Casein der Nahrungs-N-Träger war und das Kohlehydrat in der Caseindiät von Zucker und Kartoffelstärke, in der Reisdiät von der Reisstärke geliefert wurde. Jeder Versuch bestand aus 3 Perioden von je 7 Tagen und Harnanalysen an den letzten 5 Tagen jeder Periode. In der ersten Periode wurde die Caseindiät, in den beiden letzten Perioden die Reisdiät verabfolgt. Die tägliche Nahrungsration wurde von den Tieren stets quantitativ verzehrt. Das Körpergewicht der Tiere blieb während der Versuche völlig konstant.

Im Einzelnen war die Zusammensetzung der Diäten die folgende:

Caseindiät.		Reisdiät.	
Casein	10 g	Polierter Reis	130 g
Lebertran	15 ccm	Lebertran	15 ccm
Rübenzucker	60 g	Salzgemisch*)	2 g
Kartoffelstärke	60 g	Apfelsinensaft	10 ccm
Salzgemisch*)	2 g	Wasser	600 ccm
Apfelsinensaft	10 ccm		
Wasser	600 ccm		

*) Mc. Collum Nr. 185.

1 g Caſein = 0,125 g N
1 g Reis = 0,0121 g N
1 g Kartoffelſtärke = 0,0008 g N

Die Zubereitung der Diäten erfolgte bei dieſen Verſuchen, wie bei allen in dieſer Arbeit mitgeteilten Verſuchen, derart, daß man aus ſämtlichen Beſtandteilen mit Ausnahme der Vitaminträger, Lebertran und friſchem Apfelſinenſaft, einen Brei kochte, dem man beim Abkühlen die Vitaminträger zumiſchte.

Beſtimmt wurde in den 24-ſtündigen Harnmengen Harn-N, nach der Halbmikromethode von Kjeldahl, Harn-C nach der Mikromethode von Nicloux-Oſuka[5]), Harn-Vacat-O nach der Mikromethode von Müller-Kaniß[6]). Aus den gefundenen Werten wurden die Harnquotienten C : N und V.-O : N berechnet. Die Harne waren ſtets eiweiß- und zuckerfrei.

Die Harnquotienten waren an den verſchiedenen Analyſentagen einer Periode ſehr ähnlich, die Werte für C : N differierten gewöhnlich nur in der zweiten Decimalſtelle, die Schwankungen bei V.-O : N waren, wie üblich, etwas größer.

In der folgenden Tabelle ſind die Periodenmittelwerte zuſammengeſtellt.

Tabelle 1.

Periode Nr.	Körpergewicht i. g.	Harn-C i. mg.	Harn-V.-O i mg.	Harn-N i. mg.	C : N	V.O:N	Kot-N i. g.	Trokken-Kot i. g.
			Verſuch I.					
I Caſeindiät	211	780	1271	709	1,10	1,79	0,58	12,8
II Reisdiät	211	677	919	580	1,17	1,59	0,63	14,4
III Reisdiät	212	572	845	512	1,12	1,65	0,40	8,4
			Verſuch II.					
I Caſeindiät	219	769	1072	670	1,15	1,60	0,67	15,9
II Reisdiät	220	544	881	471	1,16	1,87	0,57	13,2
III Reisdiät	220	556	755	477	1,17	1,58	0,39	8,9

Aus dieſen Verſuchen ergibt ſich, daß bei der Reisdiät genau dieſelbe Oxydationslage eingehalten wurde, wie bei der Caſeindiät.

Im Anſchluß an dieſe Studie unterſuchte Repnow[7]) vergleichsweiſe die Wirkung der vorſtehend aufgeführten Diäten auf den Leberglycogengehalt an je 20 weißen Ratten, von denen je 10 Tiere 14 Tage und je 10 Tiere 15 Tage mit den Diäten ernährt worden waren. Die Glycogenbeſtimmung wurde an den Lebern von je 5 Tieren einer Gruppe, wie bei allen einſchlägigen Verſuchen der

vorliegenden Arbeit, nach der von O. Bösl[8]) modificierten Pflüger'schen Methode durchgeführt.

Caseindiät.

	Köpergewicht von 5 Tieren i. g.	Lebergewicht von 5 Tieren i. g.	% Glycogen-Dextrose-Gehalt der frischen Lebern
1. Tag	1210	—	—
14. Tag	1215	43,0	1,310
1. Tag	1220	—	—
14. Tag	1225	43,5	1,337
1. Tag	1235	—	—
15. Tag	1245	49,5	1,369
1. Tag	1230	—	—
15. Tag	1240	48,7	1,329

Reisdiät.

	Körpergewicht von 5 Tieren i. g.	Lebergewicht von 5 Tieren i. g.	% Glycogen-Dextrose-Gehalt der frischen Lebern
1. Tag	1245	—	—
14. Tag	1250	48,5	1,775
1. Tag	1230	—	—
14. Tag	1235	47,8	1,659
1. Tag	1190	—	—
15. Tag	1195	45,4	1,634
1. Tag	1195	—	—
15. Tag	1205	46,0	1,658

Mittelwerte des Glycogen-Dextrose-Gehaltes bei der Caseindiät: 1,336 %

Mittelwerte des Glycogen-Dextrose-Gehaltes bei der Reisdiät: 1,681 %

Bei der Reisdiät enthielt also die Leber 25,9% mehr Glycogen als bei der Caseindiät.

Eine Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse der Arbeit von Kohler und derjenigen von Repnow zeigt:

Bei den korrespondierenden Versuchstiergruppen verhält sich bei gleicher Diätzusammensetzung die Reisdiät genau so wie die Caseindiät in Bezug auf die Einregulierung der Oxydationslage. In Bezug auf die Einregulierung des Leberglycogengehaltes aber zeigen beide Diäten unterschiedliche Wirkungen, indem bei der Reisdiät eine größere Glycogenablagerung zustande kommt als beider Caseindiät.

Dieses Versuchsergebnis ist auffallend, und zwar aus dem Grunde, weil in der Regel diejenigen reinen Eiweiße und diejenigen eiweißhaltigen Nahrungsmittel, an die eine niedrige Harnquotientenlage gekoppelt ist, — wie sie von dem Casein als Nahrungseiweiß unterhalten wird, — auch in der Richtung der Einregulierung eines niedrigen Leberglycogengehaltes wirken, wie in der eingangs erwähnten Schrift Bickels[1]) aus der dort veröffentlichten Tabelle (Tab. 20 pag. 67) und auch aus den neuerlichen Untersuchungen von Bickel und Parlow[9]) über diesbezügliche Wirkungen der reinen Eiweißsubstanzen der Kartoffel (Tuberin) und der grünen Bohne hervorgeht. Die Reisdiät hätte also in den Versuchen von Repnow sich gegenüber der Glycogenversorgung der Leber genau so verhalten müssen, wie die Caseindiät, da beide Diäten in den Versuchen von Kohler die gleiche Oxydationslage unterhielten, die gleichen niedrigen Harnquotientenwerte erzeugten.

Im wesentlichen unterschied sich die Reisdiät von der Caseindiät durch die Art des Nahrungseiweißes und die des Kohlehydrats. Auf die Oxydationslage wirkt sich bei der in den vorliegenden Fällen gewählten Zusammensetzung der Diäten allein die Nahrungseiweißqualität aus. Das wissen wir heute mit aller Bestimmtheit. Die soeben erwähnten Versuche mit den reinen Eiweißsubstanzen der Kartoffel und der grünen Bohne, sowie die vergleichsweise angestellten Experimente mit Kartoffel oder grüner Bohne oder Casein als Nahrungs-N-Träger haben das ganz offensichtlich erwiesen. Auf den Glycogenbestand der Leber aber kann bei einem definierten Eiweißgehalt der Nahrung sowohl die Qualität des Eiweißes, wie auch diejenige des Kohlehydrats in der Nahrung von Einfluß sein. Das Erstere wurde oben schon an Hand der dort genannten Bickel'schen Tabellen dargetan. Das unterschiedliche glycogenisierende Vermögen von Kohlehydraten ergibt sich aus einer Übersichtsdarstellung dieses Gebietes von Pierce[10]). Danach gehört der in der Caseindiät vorhandene Rübenzucker (= Rohrzucker) zu den besten Glycogenlieferanten. Es ist also unwahrscheinlich, daß der geringere Glycogenbestand der Leber bei diesen Versuchen auf den Rohrzuckergehalt der Casein-Diät zu beziehen ist. Dagegen liegt ein Unterschied in der glycogenisierenden Kraft der ebenfalls in der Caseindiät vertretenen Kartoffelstärke und Reisstärke im Bereich der Möglichkeit. Diese Frage hat Danopoulos[11]) im Bickel'schen Laboratorium an weißen Ratten studiert, indem er unter Verwendung

von Caſein als Nahrungseiweiß bei ſonſt völlig gleicher Diätzuſammenſetzung Kartoffelſtärke, Weizenſtärke, Maisſtärke oder Reisſtärke als Kohlehydrat verwandte. Die mit Reisſtärke gefütterten Tiere hatten ceteris paribus 20% Glykogen mehr in ihren Lebern, als die übrigen, die unter ſich faſt genau denſelben Leberglycogenbeſtand aufwieſen.

Bei den oben erwähnten Verſuchen von Repnow betrug das Plus an Glycogen bei den mit der Reisdiät ernährten Tieren 25,9%, war alſo etwas größer. Die phyſiologiſchen Schwankungen, denen der Leberglycogengehalt ſelbſt bei ſonſt identiſcher Verſuchsanordnung bei der gleichen Tierart unterworfen ſein kann, wenn man zu verſchiedenen Zeiten oder unter verſchiedenen äußeren Bedingungen die Verſuche vornimmt, ſind nicht unbeträchtlich. Im Hinblick darauf mochte die Differenz von 5,9%, die zwiſchen den Verſuchen von Danopoulos und Repnow beſtand, gewiß nicht viel zu bedeuten haben. Andrerſeits war es doch erwünſcht, genau zu wiſſen, ob der genannte Unterſchied lediglich auf Konto der Kohlehydratqualität zu ſetzen ſei. Denn es konnte ja neben dem beſſeren glycogeniſierenden Vermögen der Reisſtärke auch das Reiseiweiß durch die Art ſeiner Steuerung des Leberglycogengehaltes für deſſen Steigerung ſorgen. Die Verſuche, die dieſe Frage entſcheiden ſollten, habe ich auf Veranlaſſung von Profeſſor Bickel an weißen Ratten gemacht und berichte darüber im Folgenden.

Verglichen wurden in ihrer Wirkung auf den Leberglycogengehalt zwei Diäten an je 20 Ratten, die quantitativ und qualitativ den gleichen Kohlehydratgehalt in Form von Reisſtärke und Rübenzucker in Miſchung von 2 : 1, den gleichen Fettgehalt in Form von Lebertran und die gleiche N-Menge hatten und auch hinſichtlich ihres Mineralſtoff- und Vitamingehaltes, wie ihres Kaloriengehaltes annähernd identiſch waren, deren Nahrungseiweiß (N × 6,25) aber qualitativ verſchieden war; in der einen Diät war es Reiseiweiß, in der anderen Caſein.

Futtertabelle für je 10 Ratten.

1 g Caſein = 0,1234 g N
1 g Reis = 0,01227 g N
1 g Reisſtärke = 0,00128 g N

Es entſprachen:

10 g Caſein mit 1,234 g N = 101 g Reis mit 1,234 g N

0,94 g Caſein mit 0,116 g N = 91 g Reisſtärke mit 0,116 g N

Demnach enthielten:

9,06 g Caſein + 91 g Reisſtärke = 1,118 + 0,116 = 1,234 g N

Caseinnahrung.	Menge i. g.	N-Gehalt i. g.	Kal.	Reisnahrung.	Menge i g.	N-Gehalt i. g.	Kal.
Casein	9,06 =	1,118 g	37	Polierter Reis	101	1,234	360
Reisstärke	91,00 =	0,116 g	321	—	—	—	—
Rohrzucker	30,00	—	123	Rohrzucker	30,0	—	123
Salzgemisch	2,00	—	—	Salzgemisch	2,0	—	—
Lebertran	9,20	—	85	Lebertran	9,2	—	85
Tetravitol	0,50	—	4	Tetravitol	0,50	—	4
Wasser	700,00	—	—	Wasser	700,00	—	—
		1,234	570			1,234	572

Versuche mit der Caseindiät an 4 Gruppen von je 5 Ratten.

Versuchstag Nr.	Gruppe I (9-tägige Fütterung)	Gruppe II (9-tägige Fütterung)	Gruppe III (11-tägige Fütterung)	Gruppe IV (11-tägige Fütterung)
	Körpergewichte jeder Gruppe i. g.			
1	740	740	765	765
3	740	740	765	765
5	740	740	760	750
7	740	740	760	750
9	740	740	760	750
11	—	—	760	750
	Gewichte der 5 frischen Lebern jeder Gruppe i. g.			
	58,4	44,3	37,9	40,5
	% iger Glycogentraubenzuckergehalt der 5 frischen Lebern jeder Gruppe.			
	3,895 %	3,749 %	3,920 %	3,703 %

Versuche mit der Reisdiät an 4 Gruppen von je 5 Ratten.

Versuchstag Nr.	Gruppe I (9-tägige Fütterung)	Gruppe II (9-tägige Fütterung)	Gruppe III (11-tägige Fütterung)	Gruppe IV (11-tägige Fütterung)
	Körpergewichte jeder Gruppe i. g.			
1	720	720	765	765
3	720	720	770	780
5	720	730	780	790
7	720	730	780	790
9	730	730	790	800
11	—	—	780	790

Gewichte der 5 frischen Lebern jeder Gruppe i. g.

42,8	44,6	49,5	50,9

% iger Glycogentraubenzuckergehalt der frischen Lebern jeder Gruppe.

5,612 %	5,524 %	5,555 %	5,772 %

Mittelwert des Glycogentraubenzuckergehaltes bei der Caseindiät: 3,817 %.

Mittelwert des Glycogentraubenzuckergehaltes bei der Reisdiät: 5,616 %.

Das Ergebnis meiner Versuche war eindeutig. Die mit dem Reiseiweiß ernährten Tiere hatten in ihren Lebern 47,1 % mehr Glycogen, als diejenigen, die das Casein erhalten hatten.

Gewiß ist diese Differenz größer als bei den Versuchen von Repnow und Danopoulos. Ich wies indessen schon darauf hin, daß der Glycogenbestand der Leber bei Versuchen, die mit derselben Tierart zu verschiedenen Zeiten und damit in der Regel auch unter nicht völlig identischen äußeren Versuchsbedingungen angestellt werden, nicht unerhebliche Schwankungen erkennen lassen kann. Wir vermögen also nur zu sagen: der Leberglycogengehalt ist bei denjenigen Tieren, die die Reisstärke oder die Reisstärke und das Reiseiweiß im polierten Reiskorn erhielten, höher als bei den anderen. Und zwar ist das dann der Fall, wenn ceteris paribus bei gleicher Nahrungseiweißart — und Menge unter Verwendung von Casein die Reisstärke in bestimmter umfänglicher Weise das Kohlehydrat in der Nahrung ist, oder wenn bei gleicher Eiweißmenge, aber unterschiedlicher Eiweißart entweder Casein oder Reiseiweiß das Nahrungseiweiß bildet und außerdem in definierter Menge die Reisstärke in diesen beiden Fällen das Kohlehydrat darstellt.

Obschon also das Reiseiweiß als Nahrungseiweiß dieselbe Oxydationslage wie das Casein unterhält, reguliert es demnach einen höheren Glycogengehalt der Leber ein. Denn daß es sich bei diesen Glycogenversuchen mit unterschiedlichem Nahrungseiweiß bei der gegebenen Versuchsordnung mit der überreichen Kohlehydratspeisung des Körpers nur um regulatorische Wirkungen des Nahrungseiweißes bezw. seiner zur Resorption gelangenden Derivate handeln kann, dürfte kaum zu bestreiten sein.

Meine vorliegende Arbeit hat aber über den Beitrag, den sie zur Kenntnis des ernährungsphysiologischen Wertes des Reiseiweißes bringt, hinaus im allgemeinen biologisches Interesse. Sie gibt uns nämlich am Reiseiweiß ein Schulbeispiel, wie ein und dasselbe Eiweiß ganz verschiedene biologische Sonderwerte in Bezug auf die Erfüllung von drei wichtigen Funktionen im Körper hat:

1) Für den Baustoffwechsel ist das Reiseiweiß ein Nahrungseiweiß von mittlerer Qualität.

2) Im Betriebstoffwechsel erweist es sich als ein Nahrungseiweiß bester Qualität bei Einregulierung der Oxydationslage in der Richtung einer möglichst vollkommenen energetischen Ausnützung des zur Verbrennung gelangenden Gesamtmaterials.

3) Die Glycogenstapelung in der Leber erfährt trotz dieser Begünstigung der Verbrennungen, also des Umsatzes, einen fördernden regulatorischen Einfluß, entgegen allen Erwartungen.

Das Reiseiweiß ist bekanntlich keine einheitliche Substanz, sondern eine Mischung aus Albumin, Globulin, Prolamin, Orycenin und Amiden. (Osborn[12]) Takahashi und Sate[13]). Die chemische Gesamtstruktur, ja schon diejenige des Orycenins (Suzuki, Yoshimura und Suye[14]) ist gewiß himmelweit verschieden von derjenigen des Caseins; trotzdem muß sie in gewisser Richtung resultantenmäßig doch auch wieder so ähnlich derjenigen des Caseins sein, daß die identische Beeinflussung der Oxydationslage durch beide Eiweiße möglich wird.

In anderen Richtungen müssen stärkere Differenzen vorhanden sein. Das zeigt sich am Baustoffwechsel und an der Art der Steuerung des Leberglycogengehaltes. Weil aber beim Reiseiweiß die Art der Steuerung der Oxydationen nicht in der üblichen Weise mit der Art der Steuerung des Leberglycogengehaltes conform geht, muß die Struktur des Reiseiweißes noch irgend eine Besonderheit haben, die den meisten anderen Eiweißen abgeht.

Eine Ergänzung und Bestätigung der beiden besprochenen Versuche, aus denen der fördernde Einfluß des Reises auf die Glycogenstapelung dank der Besonderheit seines Eiweißes und seines Kohlehydrates hervorgeht, bringen auch Versuche, die H. Atabay[15]) in unserem Laboratorium ausführte. Er verglich die Wirkung von N-aequimolecularen Diäten auf den Glycogengehalt der Leber, bei denen der Nahrungs-N entweder zu 100 % aus Reis-N oder zu 25 % aus Reis-N und 75 % aus Fleisch-N bestand. Das Kohlehydrat wurde aus Reisstärke und Rohrzucker in verschiedenem gegenseitigem Verhältnis gebildet. Fleisch als Nahrungs-N-Träger bewirkt eine Oxydationslage, die der vom Casein unterhaltenen entspricht. Es war daher zu erwarten, daß der partielle Ersatz des Reis-N durch Fleisch-N — ob auch der Reisstärke durch Rohrzucker, ist bei dem ausgezeichneten Glycogenisierungsvermögen des Rohrzuckers fraglich — eine Senkung des Leberglycogengehaltes bewirken würde. In der Tat war das auch das Ergebnis der Atabay'schen Versuche, die der Vollständigkeit meiner Arbeit halber hier mitgeteilt werden sollen.

Versuche.

Drei Doppelgruppen von 5 bezw. 4 Tieren mit annähernd gleichem Körpergewicht werden mit den nachstehend verzeichneten Nahrungsgemischen gefüttert, die immer quantitativ verzehrt werden. Die korrespondierenden Gruppen nahmen im Laufe des Versuches in fast gleichmäßiger Weise an Körpergewicht zu. Nach 10 bezw. 13 bezw. 14-tägiger Fütterung wurde zu jedem Termin eine Doppelgruppe mit den zu vergleichenden Ernährungsarten durch Genickschlag getötet, und es wurde in der Gesamtheit der Lebern jeder Einzelgruppe das Glycogen nach Bösl-Pflüger mit der anschließenden Zuckeranalyse nach Hagedorn-Jensen bestimmt.

Versuch I.

Reis. (100 % Reis-N).
(5 Ratten mit 10-tägiger Fütterung)

Nahrung		N.	Kal.	Gewicht der 5 Tiere	
Reis	= 54,0 g	0,56	185	1. Tag:	745 g
Lebertran	= 7,5 ccm		64	3. Tag:	748 g
Zucker	= 12,5 g		51,2	5. Tag:	750 g
Salzgemisch	= 1,0 g		—	7. Tag:	755 g
Zitronensaft	= 5,0 ccm		—	10. Tag:	760 g
Wasser	= 300,0 ccm		—		
		0,56 g N	ca. 300 Kal.		

5 Tiere = 32,5 g Leber = 1,646 % Glycogentraubenzucker.
+27,4 % im Vergleich zur Kontrolle.

Reis und Hammelfleisch (ca. 25 % Reis-N, 75 % Fleisch-N)
5 Ratten mit 10-tägiger Fütterung.

Nahrung		N.	Kal.	Gewicht der 5 Tiere.	
Frisches Hammelfleisch	= 15,0 g	0,41	48	1. Tag:	748 g
Reis	= 13,0 g	0,14	44,59	3. Tag:	750 g
Lebertran	= 7,5 ccm	—	64	5. Tag:	755 g
Zucker	= 42,5 g	—	174	7. Tag:	760 g
Salzgemisch	= 1,0 g	—	—	10. Tag:	765 g
Zitronensaft	= 5,0 ccm	—	—		
Wasser	= ca. 300,0 ccm	—	—		
		0,55 g N	ca. 331 Kal.		

5 Tiere 32,5 g Leber = 1,289 % Glycogentraubenzucker.

Versuch II.

Reis. (100 % Reis-N)
4 Ratten mit 13-tägiger Sütterung.

Nahrung		N	Kal.	Gewicht der 4 Tiere	
Reis	= 43,2 g	0,45	148	1. Tag:	720 g
Lebertran	= 6,0 ccm	—	51	3. Tag:	720 g
Zucker	= 10,0 g	—	41	5. Tag:	730 g
Salzgemisch	= 0,4 g	—	—	7. Tag:	735 g
Apfelsinensaft	= 4,0 ccm	—	—	9. Tag:	740 g
Wasser	= 150,0 ccm	—	—	11. Tag:	745 g
				13. Tag:	750 g
		0,45 g N	ca. 240 Kal.		

4 Tiere = 38,0 g Leber — 1,526 % Glycogentraubenzucker.
+ 64,9 % im Vergleich zur Kontrolle.

Reis und Hammelfleisch (ca. 25 % Reis-N, 75 % Fleisch-N)
4 Ratten mit 13-tägiger Sütterung.

Nahrung		N.	Kal.	Gewicht der 4 Tiere	
Frisches Hammelfleisch	= 12,0 g	0,33	38,5	1. Tag:	730 g
Reis	= 10,4 g	0,11	35,67	3. Tag:	730 g
Lebertran	= 6,0 ccm	—	51,3	5. Tag:	740 g
Zucker	= 34,0 g	—	139,4	7. Tag:	745 g
Salzgemisch	= 0,4 g	—	—	9. Tag:	750 g
Apfelsinensaft	= 4,0 ccm	—	—	11. Tag:	750 g
Wasser	= 150,0 ccm	—	—	13. Tag:	750 g
		0,44 g N	ca. 265 Kal.		

4 Tiere = 33,5 g Leber 0,925 % Glycogentraubenzucker.

Versuch III.

Reis. (100 % Reis-N)
4 Ratten mit 14-tägiger Sütterung.

Nahrung		N.	Kal.	Gewicht der 4 Tiere	
Reis	= 43,2 g	0,45	148	1. Tag:	730 g
Lebertran	= 6,0 ccm	—	51	3. Tag:	730 g
Zucker	= 10,0 g	—	41	5. Tag:	735 g
Salzgemisch	= 0,4 g	—	—	7. Tag:	740 g
Apfelsinensaft	= 4,0 ccm	—	—	9. Tag:	745 g
Wasser	= 150,0 ccm	—	—	11. Tag:	750 g
				14. Tag:	750 g
		0,45 g N	ca. 240 Kal.		

4 Tiere = 37,00 g Leber — 1,621 % Glycogentraubenzucker.
+ 51,5 % im Vergleich zur Kontrolle.

Reis und Hammelfleisch. (ca. 25 % Reis-N, 75 % Fleisch-N.

4 Ratten mit 14-tägiger Fütterung.

Nahrung		N.	Kal.	Gewicht der 4 Tiere	
Frisches Hammelfleisch	= 12,0 g	0,33	38,5	1. Tag:	725 g
Reis	= 10,4 g	0,11	35,67	3. Tag:	730 g
Lebertran	= 6,0 ccm	—	51,3	5. Tag:	735 g
Zucker	= 34,0 g	—	139,4	7. Tag:	740 g
Salzgemisch	= 0,4 g	—	—	9. Tag:	740 g
Apfelsinensaft	= 4,0 ccm	—	—	11. Tag:	750 g
Wasser	= 150,0 ccm	—	—	14. Tag:	750 g
		0,44 g N	ca. 265 Kal.		

4 Tiere = 35,5 g Leber = 1,070 % Glycogentraubenzucker.

Auch an dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. Bickel für die Übernahme der Arbeit und gütige Überweisung der Versuche bestens danken.

Schrifttum.

1) A. Bickel, Über die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels. Verlag B. Schwabe u. Cie. Basel, Schweiz. 1938.

2) A. Bickel u. A. Haug, Deutsche medizin. Wochenschrift. Nr. 2. pag. 53. 1939.

3) Aron u. Gralka, Handb. d. Biochemie von C. Oppenheimer 2. Aufl. Bd. VI. 1923 pag. 335.

4) H. Kohler, Beobachtungen über den Einfluß des Reiseiweißes auf den Stoffwechsel. Dissertation Universität Berlin 1938.

5) Osuka, Biochem. Zeitschr. 246. 104. 1932.

6) Kanitz, Biochem. Zeitschr. 249. 234. 1932.
257. 361. 1933.

7) S. Repnow, Vergleichende Untersuchung über die Wirkung von Casein und Reis als N-Träger in der gemischten Nahrung auf den Leberglycogengehalt. Dissertation Universität Berlin. 1940.

8) O. Bösl, Biochem. Zeitschr. 202. 299. 1928.

9) A. Bickel u. A. Parlow, Biochem. Zeitschr. 304. 105. 1940.

10) Pierce, The Journal of Nutrition. Vol. 10. Nr. 6. 1935.

11) Danopoulos, Biochem. Zeitschr. 299. 100. 1938.

12) Osborn, cit. n. König, Chemie der Nahrungs- und Genußmittel. Vol. 2. 352. 833. 1920.

13) Takahashi u. Sato, cit. n. Chem. Zentralbl. 13. II. 1921.

14) Suzuki, Yoshimura u. Suyi, cit. n. Abderhalden, Biochem. Handlexikon 4. 48. 1911. 14. 78. 1933.

15) H. Atabay, Methodologische Untersuchungen zur Lehre von dem Einfluß der Qualität des Nahrungseiweißes auf den Ablauf des Zwischenstoffwechsels. Dissertation Universität Berlin. 1938.

Lebenslauf.

Am 11. 2. 1914 wurde ich, Eberhard Flügge, Sohn des Stadtinspektors Hermann Flügge und seiner Ehefrau Martha, geb. Beyer, in Berlin — Spandau geboren. Dort besuchte ich auch das staatliche Kantgymnasium und legte Ostern 1932 die Reifeprüfung ab. Ich studierte an den Universitäten Innsbruck, Berlin und Heidelberg, wo ich 1934 die ärztliche Vorprüfung bestand. 1935 trat ich beim Panzer-Regiment 6 als Freiwilliger ein und wurde nach Übernahme als Fahnenjunker (im San.-Korps) zur Militärärztlichen Akademie in Berlin kommandiert. Dort bestand ich 1938 das medizinische Staatsexamen mit „gut" und tat anschließend Dienst als Unterarzt im Olympia-Lazarett Döberitz. Bei der Mobilmachung wurde ich zum Infantr.-Regiment 68 versetzt und nahm dort als Truppenarzt bisher an den Feldzügen in Polen, Belgien und Frankreich teil. Während der Ruhepausen sind wesentliche Teile der vorliegenden Arbeit entstanden.